

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A
ROBOTIKY

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND
ROBOTICS

KONSTRUKCE POSTUPOVÉHO STŘIHADLA

DESIGN OF FOLLOW CUTTING TOOL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

VÁCLAV JUŘÍČEK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. PETR BLECHA, Ph.D.

BRNO 2010

ABSTRAKT

Předkládaná bakalářská práce se nejprve zaměřuje na stručné uvedení do oblasti stříhání, jakožto jedné z technologií tváření. Dále bakalářská práce pojednává o základních způsobech stříhání kovů. Jako poslední a stěžejní bod práce je popis konstrukce postupového stříhadla z produkce firmy Brano, a.s. pro velkosériovou výrobu výlisku. Tento výlisek tvoří část uložení spojkového pedálu, určeného pro automobilový průmysl.

Klíčová slova: stříhání, postupové stříhadlo a jeho konstrukce, nástroj, výlisek

ABSTRACT

Presented bachelor's thesis initially focuses on introduction to the cutting area, as one of the forming technologies. Further this thesis deals with basic methods of cutting metals. As the last and crucial point is a description of construction of follow cutting tool produced by company Brano in high-volume molding production. The molding is a part for storing clutch pedal which is designed for automotive industry.

Keywords: cutting, follow cutting tool, construction of follow cutting tool, tool, stamping

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

JUŘÍČEK, V. *Konstrukce postupového stříhadla*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. 40 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Tímto prohlašuji, že předkládanou bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně, s využitím uvedené literatury a podkladů, na základě konzultací a pod vedením vedoucího bakalářské práce.

V Brně dne 27. 5. 2010

.....

Podpis

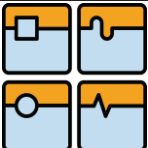
PODĚKOVÁNÍ

Tímto děkuji panu doc. Ing. Petru Blechovi, Ph.D. za cenné připomínky a rady týkající se zpracování bakalářské práce.

OBSAH

| | |
|---|-----------|
| ÚVOD | 10 |
| 1 TEORETICKÁ ČÁST | 11 |
| 1.1 Stříhání..... | 11 |
| Proces stříhání | 11 |
| Střížná plocha | 12 |
| Střížná vůle | 12 |
| 1.2 Dostupné metody stříhání..... | 12 |
| Technologie plošného stříhání | 12 |
| Technologie přesného stříhu..... | 13 |
| Technologie stříhání tyčí a sochorů | 13 |
| Technologie ostřihování a děrování zápusťkových výkovků | 14 |
| Technologie dělení tenkostěnných profilů a trubek | 14 |
| Speciální metody stříhání | 14 |
| 1.3 Konstrukční etapy vývoje postupového stříhadla | 15 |
| Potřebné výpočty | 15 |
| Střížná síla | 16 |
| 2 PRAKTICKÁ ČÁST | 17 |
| 2.1 Volba nutných parametrů..... | 17 |
| Tvar výlisku | 17 |
| Volba lisu | 18 |
| Pásek plechu | 18 |
| Sled operací prováděných stříhadlem..... | 19 |
| Samotná konstrukce stříhadla..... | 20 |
| 2.2 Spodní díl nástroje..... | 21 |
| Základová deska..... | 21 |
| Bloky spodního dílu..... | 21 |
| Střížná deska | 22 |
| 2.3 Podrobný popis prováděných operací..... | 23 |
| Stříhací operace..... | 23 |
| Propad odpadu | 24 |
| Tvorba prolisu | 24 |
| Ohýbání | 26 |
| Kalibrace..... | 27 |
| Odstřížení výlisku..... | 28 |

| | |
|---|-----------|
| Dopravení hotového výlisku z nástroje | 29 |
| Vedení pásu plechu | 30 |
| Jištění pásu plechu | 31 |
| Spojení spodního dílu s dílem horním..... | 32 |
| 2.4 Horní díl nástroje..... | 32 |
| Upínací deska | 33 |
| Střížníky | 33 |
| Vodící deska | 34 |
| Hledáky | 36 |
| ZÁVĚR..... | 37 |
| SEZNAM OBRÁZKŮ | 38 |
| SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY | 39 |
| SEZNAM PŘÍLOH | 40 |

| | | |
|--|--|---------|
|  | Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky | Str. 10 |
| | BAKALÁŘSKÁ PRÁCE | |

ÚVOD

Od druhého ročníku střední průmyslové školy dodnes pravidelně spolupracuji s konstrukčním oddělením nástrojárny firmy Brano, a.s. Nejprve jsem zde prováděl pomocnou práci jako rozkreslování detailů, tvorbu výrobních výkresů apod. až jsem se postupně propracovával ke složitějším projektům. Minulý rok jsem dostal zadán svůj první vícekrokový nástroj. Na základně zde získaných zkušeností a dlouhodobé spolupráce jsem se rozhodl zvolit téma bakalářské práce právě konstrukci tohoto nástroje. Jedná se o postupové stříhadlo o 13 krocích zpracovávající plech o tloušťce 1,2 mm a šířce 275 mm ve formě svitku. Produktem toho stříhadla je jedna ze součástí sloužících jako uložení spojového pedálu, jehož celá sestava je dodávána automobilové firmě Suzuki z Japonska.

Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Teoretický rámec obsahuje úvod do technologie stříhání. Jsou zde vysvětleny principy a pojmy související se stříháním. Dále jsou zde uvedeny základní běžné způsoby stříhání různých typů a tvarů materiálů a stroje, jenž jsou k jednotlivým způsobům stříhání využívány. Teoretická část také zahrnuje obecný postup konstrukce postupových stříhadel, kde jsou uvedeny jednotlivé kroky, dle nichž je vhodné postupovat za účelem pozitivních výsledků. Obecný popis konstrukce obsahuje nezbytný výpočet střížné síly, bez kterého by konstrukce nebyla možná. Praktická část již pojednává o popisu postupu konstrukce konkrétního zvoleného stříhadla. Jsou zde definovány a vysvětleny jednotlivé prováděné kroky stříhadlem a rozebrána jejich problematika. Hlavním cílem praktické části je popis jednotlivých dílů nástroje a vysvětlení jejich funkce.

1 TEORETICKÁ ČÁST

V následující části bude pojednáno o stříhání jakožto o jedné z technologií tváření. Bude zde vysvětlen princip procesu stříhání a dále budou rozebrány základní pojmy, které se stříháním souvisí. V následující podkapitole budou prezentovány hlavní typy dělení materiálů stříháním. V posledním bodě teoretické části práce jsou stanoveny obecné postupy při konstrukci postupových stříhadel.

1.1 Stříhání


Stříhání je jednou ze základních technologií tváření. Tvářením se rozumí proces, při němž dochází ke zpracování polotovaru za působení vnějších sil bez porušení materiálu. Tváření spadá do oblasti beztržiskových technologií, tedy nedochází při zpracování polotovarů k úběru materiálu a vzniku třísek. Tvářením se zhotovují buď polotovary určené k dalšímu zpracování, nebo i hotové výrobky různých tvarů a velikostí. Tváření hraje ve strojírenské výrobě významnou roli, jedná se o velice efektivní technologii, která se především uplatňuje v sériové a hromadné výrobě. V současné době se více jak 90 % výrobků zhotovuje některou z technologií tváření. [1]

Výhodami tváření jsou tedy vysoká produktivita práce, vysoké využití materiálu a poměrně vysoká přesnost tvářených výrobků. Nevýhodami jsou vysoké ceny strojů a nástrojů a omezené rozměry konečných výrobků. [2]

Stříhání patří do tzv. plošného tváření, kde převládají deformace ve dvou směrech a třetí hlavní deformace je zcela zanedbatelná. [2]

Proces stříhání

Stříhání je nejrozšířenější způsob zpracování plechů. Obecně je tento proces definován jako oddělování materiálu protilehlými břity nožů. Oddělení nenastane v přesně požadovaném místě, je to z důvodů vlastností zpracovávaného materiálu, který je elastický a tvárný. Dále zde vzniká smykové napětí, které způsobuje tlak nožů na celé ploše. Můžeme tvrdit, že proces stříhání je velice blízký čistému smyku. [1]

| | | |
|--|--|---------|
|  | Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky | Str. 12 |
| | BAKALÁŘSKÁ PRÁCE | |

Střížná plocha

Stříhání probíhá ve 3 fázích a střížná plocha je rozdělena do 4 pásem. První pásmo, tzv. pásmo zaoblení, je oblast, kde dochází k pružné deformaci. Velikost toho pásma se pohybuje mezi 5% až 8% tloušťky stříhaného plechu. V druhém pásmu, též nazývaném vlastní stříh, dochází již k plastickým deformacím a toto pásmo zabírá až 25% střížné plochy. Nejširší oblast na střížné ploše vzniká v třetím pásmu – utržení. Zde dochází k oddělení materiálu. Velikost tohoto pásma souvisí s mechanickými vlastnostmi materiálu, jako jsou tvrdost a křehkost. V posledním čtvrtém pásmu dochází k otlacení od spodního nože a dále k případnému vzniku nežádoucí ostřiny v důsledku vytažení materiálu tahovými složkami napětí. Čtvrté pásmo tak jako pásmo první zaujímá pouze zlomek z celé střížné plochy. [1]

Střížná vůle

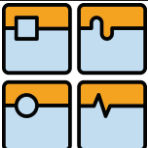
Vysoký vliv na kvalitu stříhané plochy zpracovávaného materiálu má střížná vůle mezi noži. Velikost střížné vůle určuje především tloušťka stříhaného materiálu, ale také i jeho mechanické vlastnosti. Ve většině případů odpovídá velikost vůle přibližně 10% tloušťky stříhaného plechu. [1]

1.2 Dostupné metody stříhání

V této kapitole je cílem stručně definovat a popsat základní způsoby stříhání materiálů. Stříhání je rozšířeno ve velké míře a má veliký rozsah zpracování typů a tvarů materiálů. Technologií stříhání mohou být zpracovány plechy, tyčky, trubky mnoha profilů, ale také např. výkovky. Stříháním mohou být zhotoveny polotovary určené k dalšímu zpracování, nebo hotové výrobky konečných tvarů a velikostí. Všechny typy technologie stříhání budou nyní patřičně rozebrány.

Technologie plošného stříhání

Jedná se o nejrozšířenější metodu zpracování plechů. Tato technologie spočívá především v dělení plechů všech velikostí a tloušťek na menší pásy. Stříhání je prováděno jednoduchým způsobem pomocí dvou proti sobě jdoucích nožů, které se rozkládají přes celou šířku plechu. Nože mohou být případně skloněny či nakloněny dle potřeby nebo za účelem kvalitnějšího stříhu. Dále do této technologie také spadá

| | | |
|--|--|---------|
|  | Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky | Str. 13 |
| | BAKALÁŘSKÁ PRÁCE | |

stříhání základních jednoduchých výstřížků, které mají kruhový či obecný tvar, jako jsou např. podložky, výstřížky tvarů L, U apod. [3]

Stroje používané pro dělení plechů na pásy se nazývají jednoúčelové stříhací stroje, kde např. patří tabulové nůžky. Pro tvorbu jednoduchých výstřížků se používají univerzální tvářecí stroje se střížnými nástroji, kde lze např. zařadit klikový či výstředníkový lis. [3]

Technologie přesného stříhu

Tato technologie je označována jako nejdokonalejší způsob vystřihování, kde je dosaženo velmi kvalitní střížné plochy a přesných rozměrů. Přesné vystřihování je složitý proces, který se hodí především pro velkosériovou výrobu součástí z plechu s uzavřenou čarou stříhu. [4]

Princip přesného stříhu spočívá ve funkci tzv. přidržovače, jinak také přitlačné desky. Materiál procházející nástrojem je nejprve sevřen mezi přidržovač a střížnici, teprve poté dojde k provedení příslušné stříhací operace střížníkem. [3]

Technologie přesného stříhu je prováděna buď na jednoduchých postupových nástrojích, kde se provádí 2 či více za sebou následujících pracovních úkonů stejného druhu (např. děrování a vystřihování) nebo na sdružených nástrojích, též nazývaných postupová stříhadla. Postupová stříhadla slouží pro vykonání několika za sebou jdoucích pracovních úkonů různého druhu, např. přesné vystřihování a ohýbání. Při výrobě nástroje tohoto typu jsou kladeny vysoké požadavky na přesnost, dále je také nezbytná pečlivá údržba nástroje. [3]

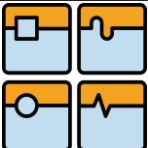
Princip přesného stříhu bývá nejčastěji využíván u postupových stříhadel, kde je polotovarem plech a na závěr vypadává ze samotného nástroje hotový díl neboli výstřížek, či v praxi používaný termín výlisek. [4]

Nástroje využívající metodu přesného stříhu pracují na strojích používaných i u technologie plošného stříhání, tedy např. výstředníkové a klikové lisy. Postupová stříhadla bývají umísťována především do hydraulických lisů. [3]

Technologie stříhání tyčí a sochorů

Tato technologie slouží k rozdělení dlouhých tyčí a sochorů na kratší části, tak aby mohli být následně zpracovány další požadovanou technologií.

Tento způsob dělení materiálu se člení na objemové stříhání za studena a objemové stříhání za tepla. [5]

| | | |
|--|--|---------|
|  | Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky | Str. 14 |
| | BAKALÁŘSKÁ PRÁCE | |

U stříhání za studena se jedná o oddělování částí materiálu podle neuzavřeného obrysu působením protilehlých nožů. Samotné oddělení materiálu při stříhání doprovází lom. Nejprve, než dojde k lomu a rozdělení materiálu, tak zde působí ohybové napětí a proto je výsledná střížná plocha ústřížku nekvalitní a ústřížek je objemově velmi nepřesný. Objemové stříhání za studena je prováděno na strojích, jako jsou profilové nůžky, automaty, či na speciálních zařízeních. [5]

Objemové stříhání za tepla je poměrně málo vyskytující se technologie. Bývá využívána pouze v případech, jedná-li se o profily a tyče velkých průřezu a chceme-li předejít vzniku trhlin na střížné ploše. [5]

Tyče a sochory bývají stříhány na mechanických lisech, nůžkách na profily, případně na automatických tvářecích linkách. [3]

Technologie ostříhování a děrování zápustkových výkovků

Každý výkovek, jenž vznikne zápustkovým kováním, má výronek. Výronek je přebytečný vytlačený materiál, který je buď po okraji výkovku, nebo také v podobě blány na místě předkované díry. Výronky jsou odstraňovány právě stříháním pomocí ostříhovacích nástrojů na ostříhovacích lisech. [3]

Technologie dělení tenkostěnných profilů a trubek

Základní rozdělení této metody stříhání materiálu je na stříhání otevřených či uzavřených tenkostěnných profilů. Geometrii nože a polohu stříhaného materiálu je nutné pro každý profil řešit samostatně. Každý profil musí být patřičně zajištěn a náležitě opřen v místech, kde by mohlo dojít k deformaci nebo k zhroucení. Např. trubka je při stříhání sevřena po obvodě pomocí čelistí. Tato technologie stříhání se provádí na profilových nůžkách. [3]

Speciální metody stříhání

Zde můžeme nalézt speciální technologie, jako jsou vystřihování a dělení impulsním magnetickým polem, či dělení a vystřihování ultrazvukem. Tyto metody jsou málo rozšířené a uplatňují se pouze u malosériových výrob, kde jsou časté změny výrobního programu. [3]

1.3 Konstrukční etapy vývoje postupového stříhadla

Postupová stříhadla využívající technologii přesného stříhu jsou velmi náročná na konstrukci. Komplikovanost konstrukce stříhadla dokazuje množství času stráveného konstruktérem na vývoji nástroje. U deseti až patnácti krokových nástrojů to jsou přibližně 2 měsíce, resp. 300 hodin čistého času v závislosti na složitosti tvaru výlisku. Dnes konstrukce stříhadel probíhá na PC nejčastěji modelací v 3D softwarech, případně starším způsobem kreslením v 2D softwarech. Způsob a postup konstrukce je především individuální záležitost konstruktéra, který se ale musí řídit podnikovými normami firmy.

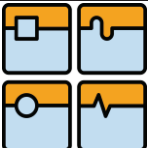
Před zahájením konstrukce je nezbytné určení těchto vstupních parametrů, od kterých se následné navrhování nástroje odvíjí:

- Tvar výlisku
- Volba lisu
- Materiál pásku
- Rozměry pásku
- Forma pásku, kterou je v nástroji zpracováván – svitek nebo pláty plechu

Po stanovení těchto bodů, může být zhotoven nástřihový plán. Od nástřihového plánu se pak dále odvíjí samotná konstrukce stříhadla. Většinou se začíná spodním dílem nástroje, až po dokončení jeho vývoje se přechází ke konstrukci horního dílu. Někdy je volen způsob konstrukce zároveň spodního a horní dílu po jednotlivých operacích, postupně od té první až po tu poslední. Záleží na složitosti tvaru výlisku, a tím předpokládaných vzniklých konstrukčních potíží. Především volba typu konstrukce záleží na samotném konstruktérovi, jeho zkušenostech a na tom, která z konstrukčních variant mu více vyhovuje.

Potřebné výpočty

Při konstrukci je nutné uvažovat také výpočty, které zaručí správný chod nástroje. Nejdůležitějším výpočtem je střížná síla. Se střížnou silou souvisí volba lisu, ta musí být provedena tak, aby lis bezpečně zajistil potřebné vyvození požadované síly. Dále se ze střížné síly určují pružiny, které jsou uloženy v horním díle nástroje a zajišťují pohyb přidržovače (přítlačné desky). Ze střížné síly stanovujeme parametry pro pružiny, jako jsou síla, jejich typ a celkové množství pružin.

| | | |
|--|--|---------|
|  | Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky | Str. 16 |
| | BAKALÁŘSKÁ PRÁCE | |

Střížná síla

Při stříhání je nezbytné vyvodit sílu takové velikosti, aby došlo k oddělení materiálu. [1] Teoretická střížná síla se určí pomocí vztahu:

$$F_S = S \cdot \tau_{ps} \cdot n \quad [N]$$

S [mm] - střížná plocha

τ_{ps} [MPa] - pevnost ve stříhu

n [-] - součinitel otupení

Ve skutečnosti při stříhání nevzniká čistý smyk, ale kombinované namáhání. Částečným ohybem materiálu se zvětšuje střížná plocha, proto se střížná síla i s ohledem na otupení nože může zvětšit o 15 až 30 % [1] :

$$F_{Smax} = (1,15 \text{ až } 1,30) \cdot S \cdot \tau_{ps} \quad [N]$$

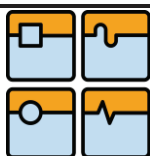
Dále se pak uvádí výpočet práce vykonané střížnou silou [1] :

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot F_{Smax} \cdot t \cdot \lambda \quad [J]$$

t [m] - tloušťka stříhaného materiálu

λ [-] - součinitel plnosti

V dnešní době jsou tyto výpočty u složitějších stříhacích operací prováděny na PC pomocí speciálních softwarů. Nejprve se změří celková délka všech střížných hran, která se posléze zadá do programu spolu s tloušťkou a typem stříhaného materiálu. Následně program sám vygeneruje velikost střížné síly.



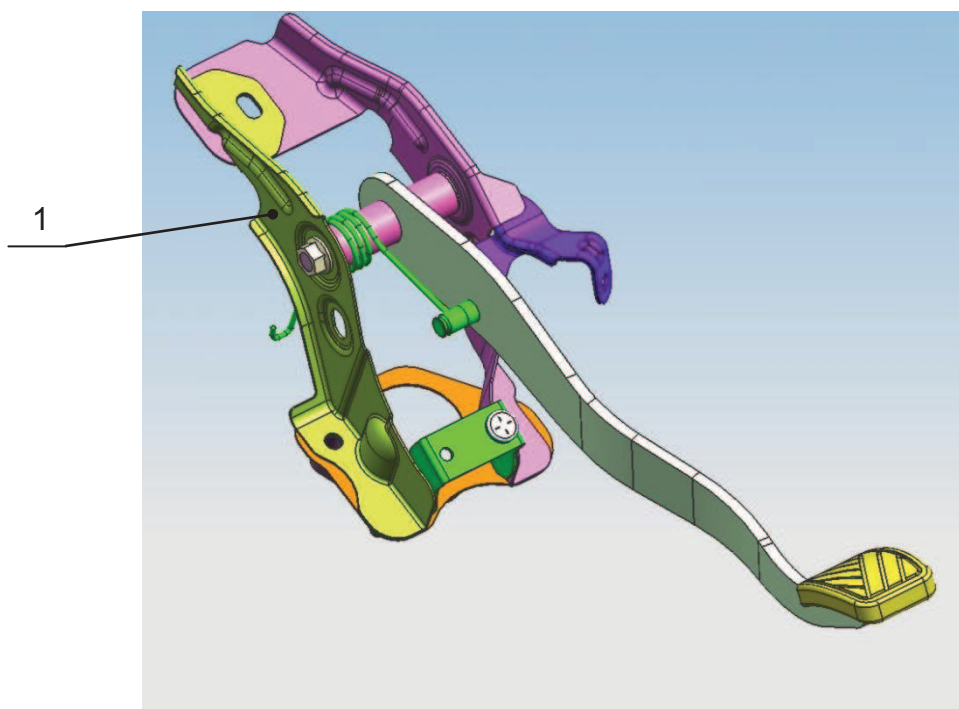
2 PRAKTICKÁ ČÁST

V této kapitole je cílem popsat konstrukční vývoj víceukrokového nástroje sloužícího ve firmě Brano, a.s. Produktem tohoto nástroje je výlisek, tvořící jednu ze součástí pro uložení spojkového pedálu dodávaného automobilové továrně Suzuki.

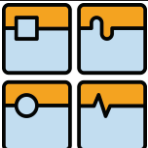
2.1 Volba nutných parametrů

Tvar výlisku

Nejprve před zahájením konstrukce nástroje je třeba znát tvar požadovaného výlisku (1). Tento tvar je určen dle potřebných rozměrů a požadované funkce výlisku jako součásti pedálového uložení. Tvar výlisku, tak jako celá sestava uložení spojkového pedálu, vzniká ve vývojovém konstrukčním oddělení. Zde je vytvořen 3D model celé sestavy v příslušném softwarovém programu. Je-li vývoj sestavy dokončen, může být zahájena samotná konstrukce stříhadla. Touto konstrukcí se zabývá nástrojové konstrukční oddělení.



Obr. č. 1: Sestava pedálového ústrojí spojky

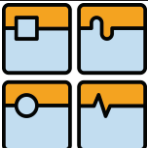
| | | |
|--|--|---------|
|  | Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky | Str. 18 |
| | BAKALÁŘSKÁ PRÁCE | |

Volba lisu

Známe-li tvar výlisku, je třeba dále určit další důležité parametry pro konstrukci stříhadla. Jako první je nutné zvolit druh lisu, na kterém bude stříhadlo pracovat. Druh lisu především určuje maximální rozměry stříhadla, dále pak způsob upevnění stříhadla ke stolu lisu a také největší možný počet kroků za minutu související s požadovanou, respektive potřebnou rychlostí produkce výlisku. U tohoto nástroje byl zvolen lis Heilbronn 320, kde číslo 320 určuje největší možný tlak, který je lis schopen vyvinout, tedy 320 tun.

Pásek plechu

Dalšími důležitými parametry jsou rozměry pásu plechu, jenž do stříhadla vstupuje. Za předpokladu, že pásek plechu vstupující do nástroje je ve formě svitku, tedy zjednodušeně řečeno nekonečné délky, zajímá nás pak pouze šířka a tloušťka stříhaného materiálu. Tyto parametry přímo souvisí s tvarem výlisku. Tloušťka stříhaného plechu je přímo určena tloušťkou výlisku a v našem případě odpovídá hodnotě 1,2 milimetru. Kdežto šířka stříhaného plechu může být ovlivněna jednotlivým upořádáním výlisků na pásku. Uspořádáním je myšleno takové sestavení výlisků na pásku, aby došlo k maximální úspoře materiálu. Uspořádání se provádí např. natočením výlisku o určitý úhel, zrcadlením výlisku apod. U toho stříhadla je stanoveno jako nejvhodnější řešení natočení výlisku, a to o $3,5^\circ$. Celková šířka pásu poté odpovídá 275 milimetrům. Uspořádání určuje tzv. nástřihový plán. Nástřihový plán slouží jako základní vstupní data pro konstrukci stříhadla. Je zpracován v softwaru AutoCAD a kreslen v 2D systému. Autorem nástřihového plánu je šéfkonstruktor nástrojového konstrukčního oddělení. Nástřihový plán určuje jak již zmíněné uspořádání výlisků, tak i jednotlivý sled operací probíhajících při postupovém stříhání. Operace jsou od sebe odděleny tzv. krokem. Krok je taková hodnota, která odpovídá vzdálenosti mezi jednotlivými operacemi. Všechny operace mají mezi sebou stejnou vzdálenost neboli krok. Krok také odpovídá délce, o kterou se vsune pásek plechu do nástroje během jednoho jeho zdvihu. Krok musí být volen takovým způsobem, aby bylo možné z technických důvodů umístění všech potřebných a nezbytných aktivních prvků v nástroji. Tyto prvky budou detailně popsány při rozboru jednotlivých částí nástroje. U popisovaného stříhadla je určen krok odpovídající rozměru 85 milimetrů.

| | | |
|--|--|---------|
|  | Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky | Str. 19 |
| | BAKALÁŘSKÁ PRÁCE | |

Sled operací prováděných stříhadlem

U jednotlivých operací postupového stříhání nejprve dochází k základním stříhacím úkonům a to k děrování. Děrováním vzniknou díry jak funkční na výlisku, tak také technologické v pásku sloužící např. pro zajištění následující polohy pásku pomocí tzv. hledáků. V prvních krocích nástroje se také vytváří tzv. prolisy. U prolisů nedochází k oddělování materiálu, pouze poskytují výlisku zpevnění v potřebných namáhaných místech. Po těchto základních operacích následují tzv. obstříhy. Obstříhy se rozumí stříhání složitých tvarů, určujících základní obrys výlisku. Po zhotovení všech obstřihů a získání kompletního obrysu součásti následují ohybové operace. Jestliže jsou zhotoveny všechny potřebné ohyby, je nutné zajistit kalibraci těch ohýbaných ploch, které hrají na výlisku funkční roli. Tedy kalibrace je další operací po ohýbání. Kalibrace je prováděna z důvodu odpružení materiálu a za účelem dosažení přesných ohybů odpovídajících potřebné toleranci. Po kalibraci se většinou nechává z technologického důvodu jeden volný neboli prázdný krok, ve kterém se neprovádí žádná operace. Volný krok může být využit u případných výrobních komplikací výlisku a následné eliminace těchto potíží za účelem zajištění správného chodu nástroje. Závěrečným krokem je odstřížení výlisku od pásku. Provádí se přerušením tzv. můstku, který po celou předchozí dobu zajišťoval spojení výlisku s páskem. U tohoto stříhadla se můstek vyskytuje na obou krajích pásku plechu. Můstek se vyznačuje poměrně malou šířkou, z toho důvodu, aby svými pozůstatky po odstřížení zanechal minimální stopy na výlisku. Šířka můstku je rovna přibližně 3 milimetrům. Přesto je nezbytně nutné, aby můstek zajistil stálou a permanentní polohu výlisku po celou dobu všech operací až po jeho cílené přerušení. Po odstřížení můstku výlisek propadá na dopravník, který jej dopraví do patřičné palety.

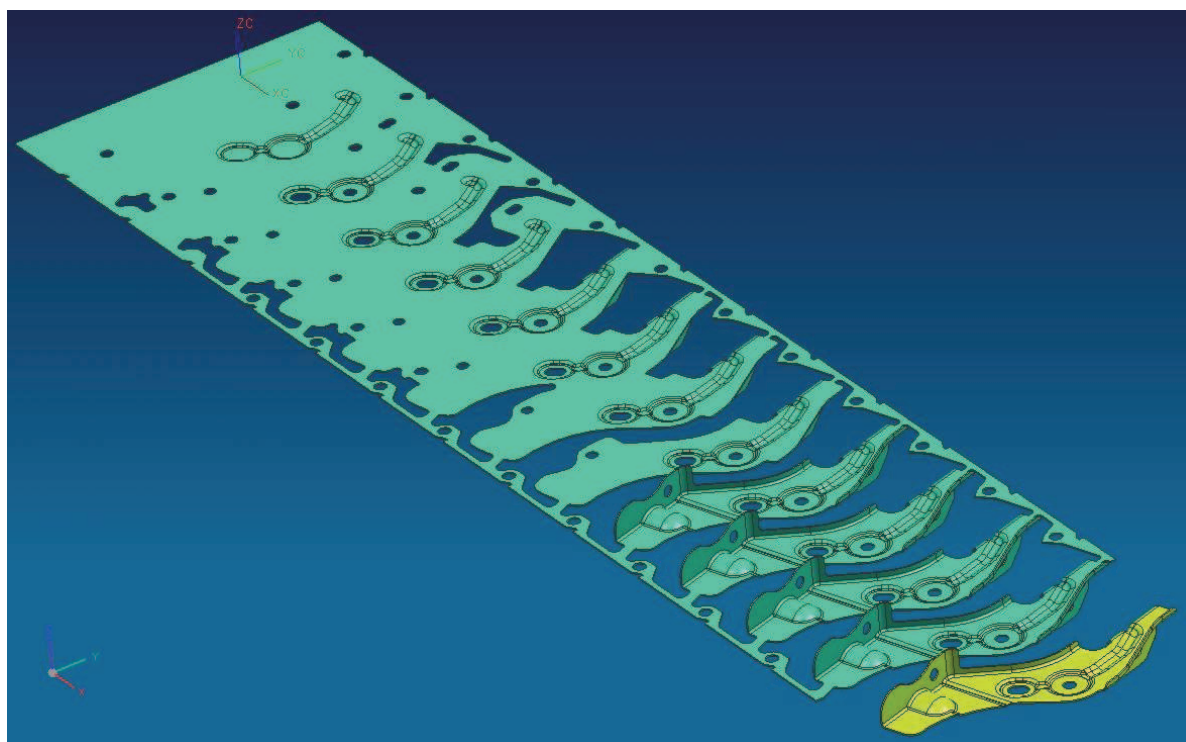
Ostatní parametry

Veškeré důležité informace a fakta o stříhadle jsou uvedeny ve specifikaci lisovacího nástroje (Příloha 1). Jsou zde uvedeny základní parametry, jako je např. životnost nástroje, předpokládané množství vyrobených kusů za rok, případně počet zdvihů nástroje za minutu. Dále specifikace obsahuje všeobecné požadavky na nástroj a poté následují důležité informace o všech funkčních částí nástroje. V přílohách taktéž nalezneme seznam jednotlivých technologických operací (Příloha 2), kterými výlisek prochází, či tzv. operační návodku (Příloha 3) určující základní důležité předpisy pro

zacházení s nástrojem. Při lisování dílů je nutno dbát na kontrolní plán (Příloha 4), který stanovuje periody měření těch rozměrů, které mají být pravidelně kontrolovány.

Samotná konstrukce stříhadla

Jakmile je nástřihový plán dokončen, je předán se všemi patřičnými informacemi o nástroji konkrétnímu konstruktérovi. V tento moment začíná samotná konstrukce stříhadla. Ta probíhá kreslením v softwaru Unigraphics UG.6, podporující 3D modelaci. Výchozími poklady pro 3D modelaci nástroje jsou nástřihový plán, vytvořený šéfkonstruktérem pouze v 2D systému, a 3D model výlisku, pocházející z vývojového pracoviště. Vstupním krokem pro modelaci jednotlivých součástí nástroje je vytvoření nástřihového plánu v 3D.



Obr. č. 2: Nástřihový plán v 3D

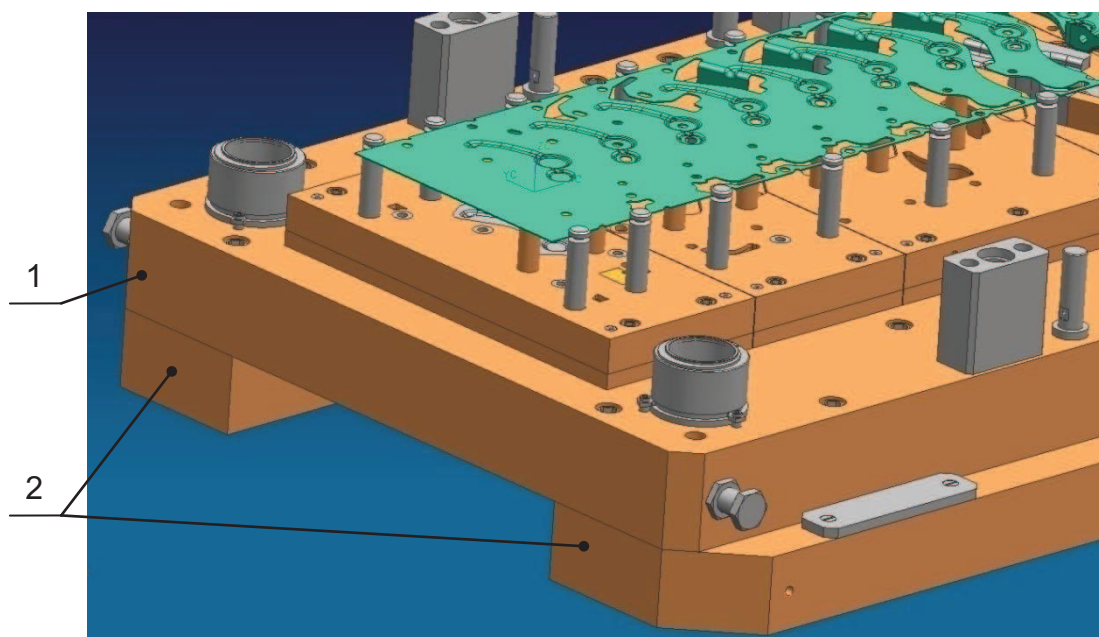
Po dokončení 3D modelu nástřihového plánu dochází k rozvržení konstrukce. Nejprve se konstruuje kompletně celý spodní díl nástroje, po jeho dokončení se přechází k modelaci horní části.



2.2 Spodní díl nástroje

Základová deska

Základním a největším prvkem spodního dílu je tzv. základová deska (1). Jedná se o díl, který je vyráběn z převážné většiny frézováním. Základová deska je uložena na čtyřech podložkách (2), přičemž s každou z nich je spojena čtyřmi šrouby s válcovou hlavou.



Obr. č. 3: Pohled na spodní díl stříhadla

Všechny podložky mají přesný broušený rozměr na výšku, aby byla zajištěna vhodná poloha základové desky. Podložky přesahují zespod základové desky, jelikož také slouží k uchycení celého spodního dílu nástroje ke stolu lisu. Uchycení je realizováno pomocí upínek, které jsou uloženy v T-drážkách stolu lisu.

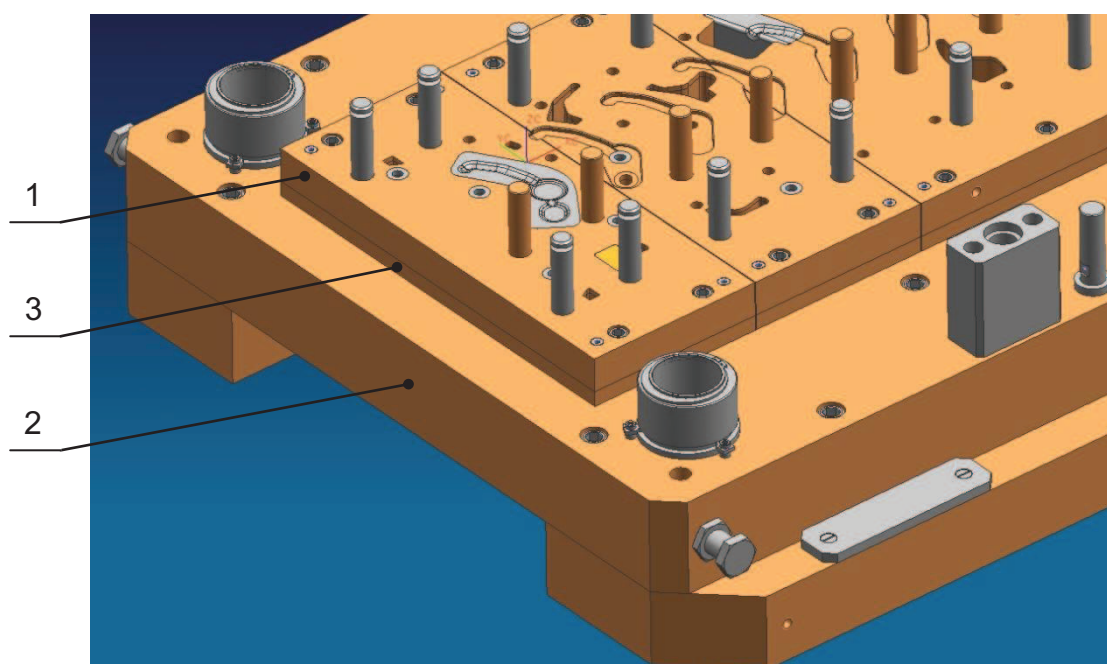
Bloky spodního dílu

Na základové desce jsou dále umístěny všechny další nezbytné části spodního dílu, které jsou rozděleny do jednotlivých bloků. Všechny bloky mají stejnou výšku i šířku, liší se pouze jejich délkou. Délka bloku souvisí s počtem operací vykonaných na každém bloku. Celkový počet bloků se volí podle délky nástroje a tak, aby jeden blok nezahrnoval více jak 2 až 3 operace. Počet operací na jednotlivý blok také souvisí s jejich složitostí. U komplikovanějších úkonů je vysoká pravděpodobnost úprav jednotlivých částí samotného bloku a s tím související jejich demontáž či v krajních případech úplné nahrazení. Proto tam, kde se vykonává během jedné operace např.

více ohybů najednou, odpovídá jedné operaci jeden blok. Spodní díl popisovaného stříhadla má celkem 5 bloků. Počet i rozměry jednotlivých bloků odpovídají hornímu dílu.

Střížná deska

Základním prvkem každého bloku spodního dílu je střížná deska (1), mezi ní a základovou deskou (2) je umístěna podložka (3). Podložka má pouze distanční charakter. Její rozměry a otvory nejsou funkční. Otvory plní pouze funkci propadů či průchozích děr. Jediným důležitým rozměrem podložky je její výška. Tento rozměr musí být přesný, a proto je broušen na adekvátní hodnotu, aby byla zaručena požadovaná pozice střížné desky. Všechny podložky mají stejnou míru a tou je v našem případě 16 milimetrů.



Obr. č. 4: Pohled na spodní díl nástroje

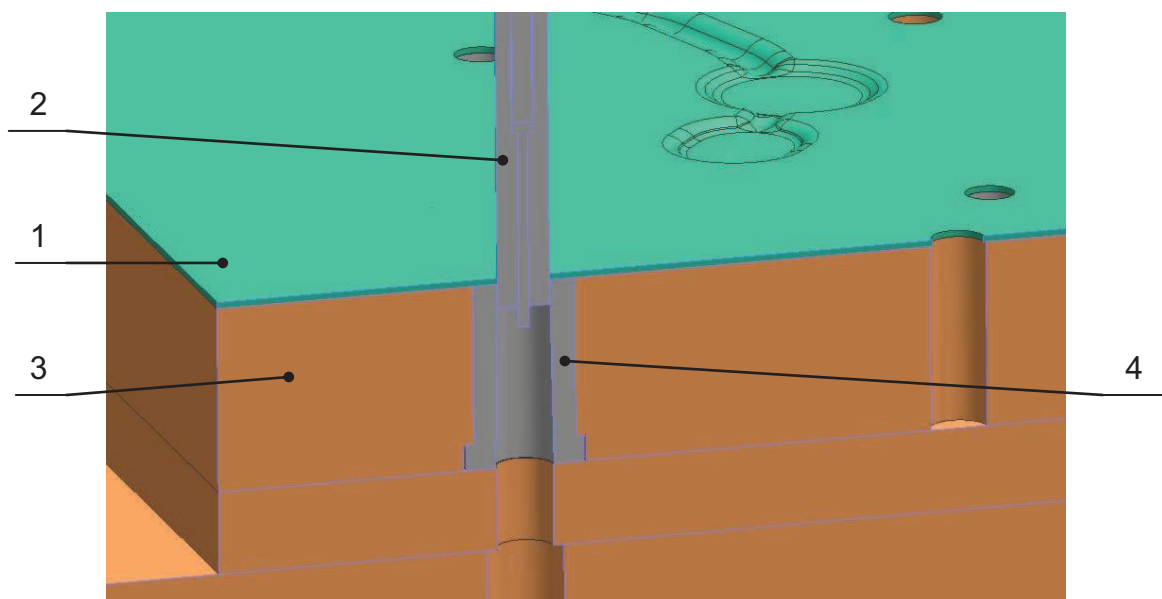
Střížná deska je část nástroje, která přímo přichází do kontaktu se zpracovávaným páskem plechu. Proto jsou na ni kladeny velké nároky na pevnost a ořezuvzdornost. Z toho důvodu jsou střížné desky vyráběny z nástrojové oceli a zušlechtěny na patřičnou tvrdost. Přesné umístění střížné desky na základové desce je zajištěno pomocí kolíkových spojení. Dále je střížná deska přišroubována na každém bloku odpovídajícím počtem šroubů k základové desce, aby bylo docíleno pevné polohy. Ve většině případů je střížná deska fixována pomocí 4 válcových kolíků a 4 šroubů s válcovou hlavou. Všechny střížné desky spodního dílu postupového stříhadla mají totožnou výšku, jejíž hodnota je 36 milimetrů.

Totožná výška všech podložek i všech střížných desek, v podstatě tedy samotných bloků, zajišťuje nezbytné vytvoření jedné roviny. Na vytvoření jediné roviny neboli zarovnání v místě kontaktu pásu plechu se střížnými deskami je třeba klást velký důraz. I malá nepřesnost zde může způsobit značné komplikace. Z tohoto důvodu se jak podložky, tak i střížnice brousí na požadovanou hodnotu, aby bylo pokud možno dosaženo shodných výšek všech bloků.

2.3 Podrobný popis prováděných operací

Stříhací operace

Střížná deska neboli střížnice kopíruje nástřihový plán (1). Slouží k postupnému oddělování materiálu, který je nutný odstranit z pásu pro dosažení výsledného tvaru výlisku. K odstřížení materiálu dochází při průchodu střížníkem (2) střížnou deskou (3).



Obr. č. 5: Řez nástrojem, děrovací operace

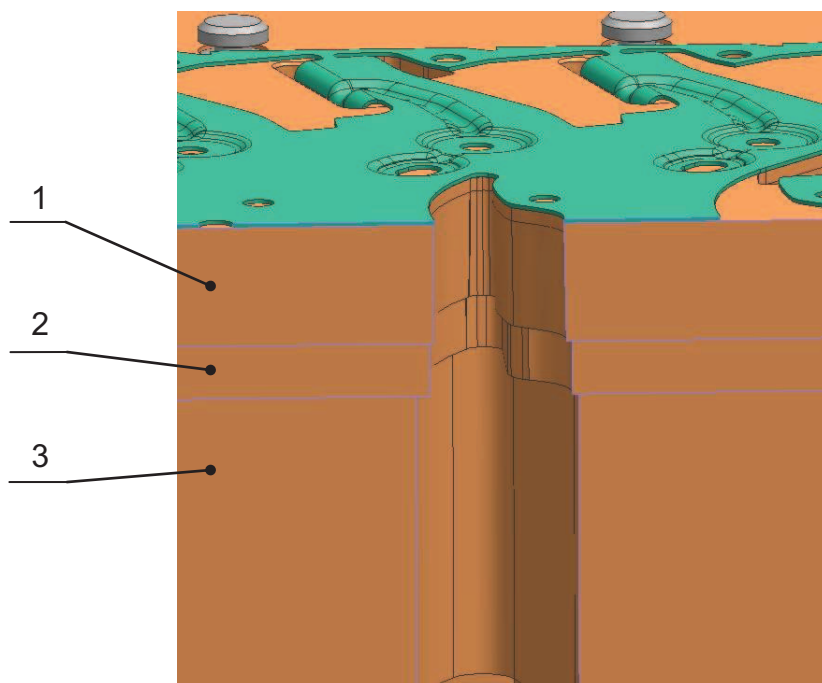
Ve střížnici je otvor ve tvaru odstřížku, kde otvor dále slouží jako propad oddělovaného materiálu. Střížník je součástí horního dílu postupového stříhadla a má negativní tvar otvoru ve střížné desce. Tímto způsobem dojde k odstranění všeho přebytečného materiálu z pásu počínaje jednoduchými otvory až po složité stříhané tvary.

Jednoduché tvary, jako jsou kruhové či válcové otvory, jsou stříhány pomocí tzv. střížných vložek (4). Střížné vložky jsou umístěny ve střížnici. Proti pohybu jsou

zajištěny osazením a opírají se o podložku nacházející se pod střížnicí. Střížné vložky jsou zavedeny z důvodu jejich snadné úpravy, opravy či případného nahrazení. Cílem zavedení střížných vložek je také unifikace, která zajistí rychlé nahrazení stejné střížné vložky při současné změně např. stříhaného průměru, či celého tvaru. Střížné vložky mají rotační tvar a jsou vyráběny soustružením, případně se frézuje stříhaný otvor. U stříhání tvarů složitějších se střížných vložek nevyužívá, v takovém případě jako nástroj slouží přímo střížnice. Otvory složitých tvarů jsou ve střížnici vytvářeny elektroerozivním obráběním pomocí drátové pily.

Propad odpadu

Odstřížený materiál neboli odpad propadá celým nástrojem dolů na dopravník, kterým je z lisu vyveden do palety. Propad odpadu je zajištěn ve střížné desce (1) úkosem o velikosti 3 stupňů, otvor se tedy rozšiřuje a nehrozí zde zablokování propadávajícího materiálu. Otvory v podložce (2) a následně v základové desce (3) spodního dílu jsou pouze patřičně zvětšeny a konstruovány bez úkosů, z důvodu eliminace zaseknutí odpadu a zjednodušení výroby těchto otvorů.

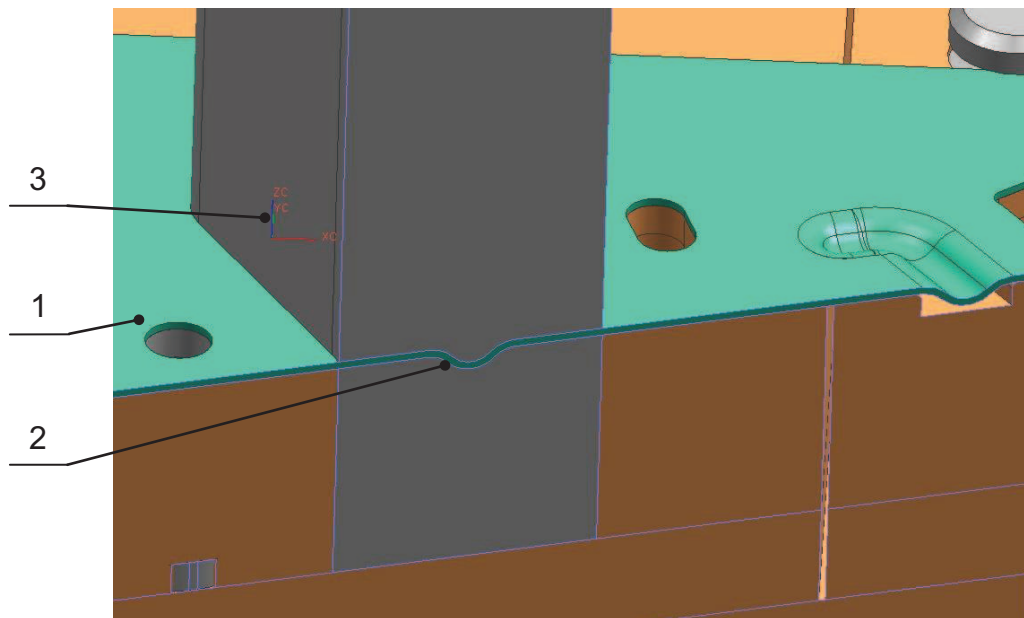


Obr. č. 6: Řez propadovými otvory

Tvorba prolisu

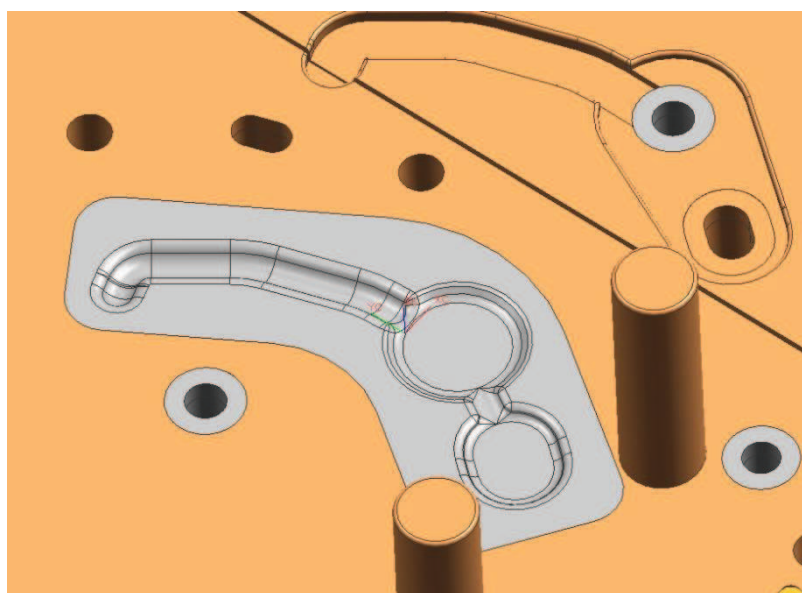
Nyní bude popsána konstrukce prvků pro tvorbu prolisu, která vychází podle teoretických předpokladů deformace materiálu. K vytvoření prolisu dochází

vytlačení materiálu (1) do drážky (2) pomocí tzv. tlačníku (3). Drážka má negativní tvar prolisu a tlačník je prvkem horního dílu postupového stříhadla.



Obr. č. 7: Řez nástrojem, tvorba prolisu

Předchozí zdůraznění teoretických předpokladů naznačuje, že skutečná deformace materiálu bude odlišná. Proto se zde setkáváme s podobným postupem jako u předchozí operace stříhání, a to s využitím vložek umístěných ve střížnici. Vložka obsahuje drážku, do níž je materiál vtlačován. Výhodou těchto vložek je, opět jako u předchozího případu, poměrně snadná demontáž, na rozdíl od střížnice, a následné zajištění úpravy vložky za účelem dosažení požadovaného prolisu v materiálu.

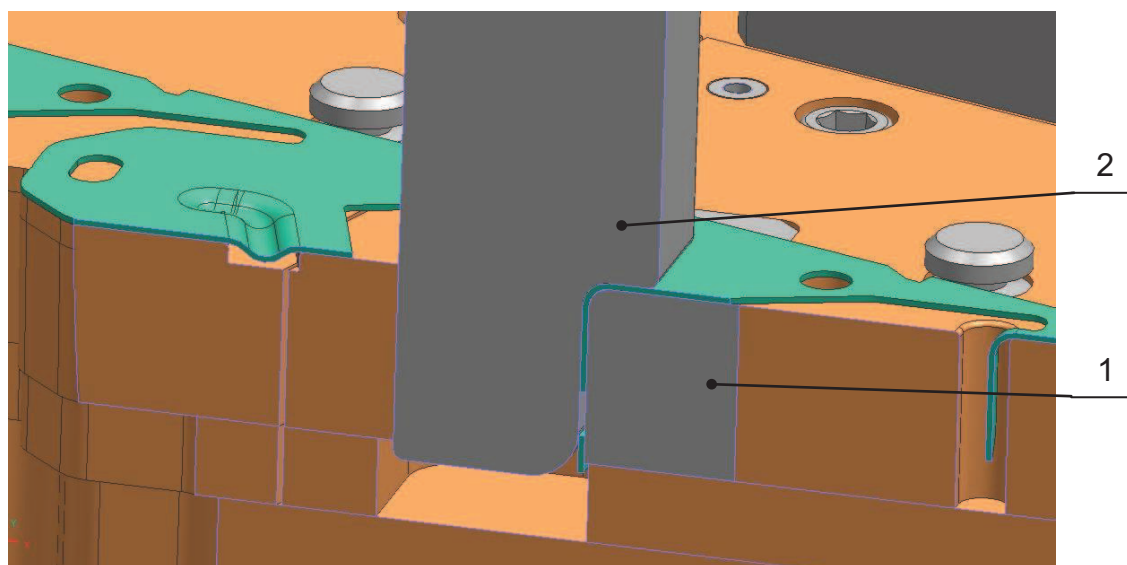


Obr. č. 8: Vložka pro tvorbu prolisu

Vložka pro tvorbu prolisu je proti pohybu zajištěna dvěma šrouby, kterými je připevněna zespodu nástroje skrze základovou desku a podložku.

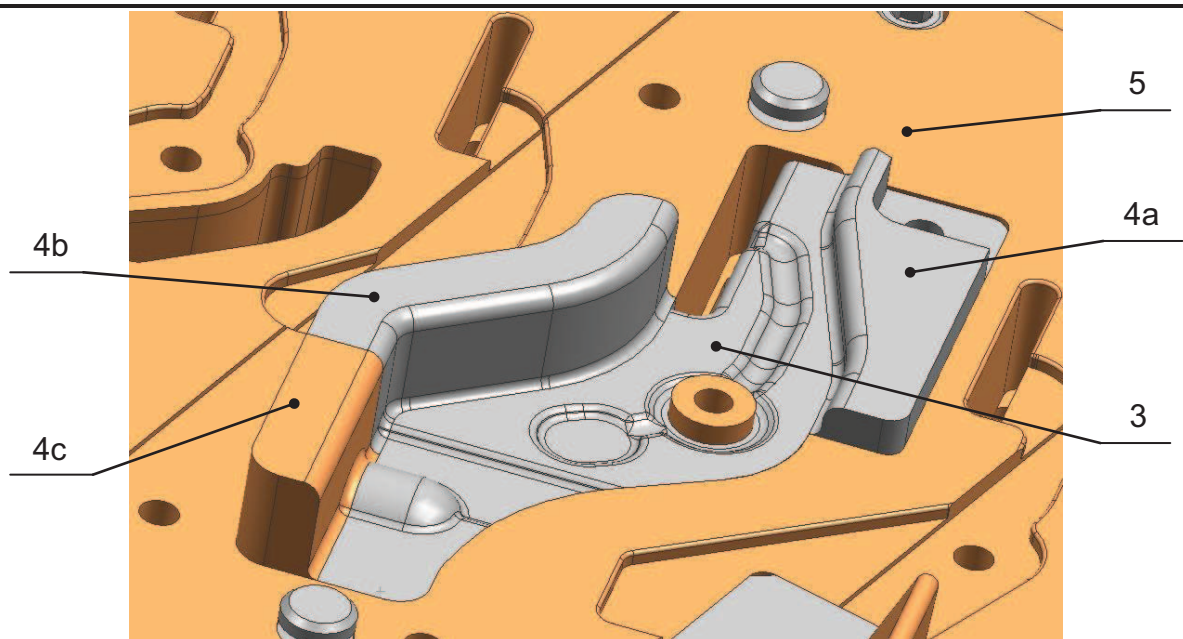
Ohýbání

Nejen u stříhání a při tvorbě prolisů je využíváno vložek umístěných ve střížnici. Další operací, která se provádí pomocí těchto elementů, je ohýbání. K ohybu dochází mezi ohybovou vložkou (1) a ohybníkem (2). Ohybník je součástí horního dílu nástroje.



Obr. č. 9: Řez nástrojem, ohýbání

Zdůvodnění využití vložek se shoduje s předchozími případy. Tedy snadná demontáž a jednodušší manipulace s menším prvkem při úpravách. Ohybová vložka musí mít určitý rádius. Tento rádius později určuje na výlisku přechod mezi ohýbanými plochami. U popisovaného nástroje dochází ke dvěma ohýbacím operacím. První operací je jednoduché ohnutí „packy“ výlisku o 90 stupňů. Ohýbaná část výlisku směřuje do střížnice, proto musí být ve střížné desce patřičné uvolnění pro ohýbanou „packu“ a samotný ohybník, jenž operaci vykonává. V druhé ohybové operaci se jedná o poměrně komplikovaný úkon. Dochází zde k více současným ohybům najednou. Jedním z ohybů této operace je ohnutí okrajů výlisku směrem k hornímu dílu nástroje, tedy od střížné desky. V tomto případě se využívá tzv. vyhazovače (3).



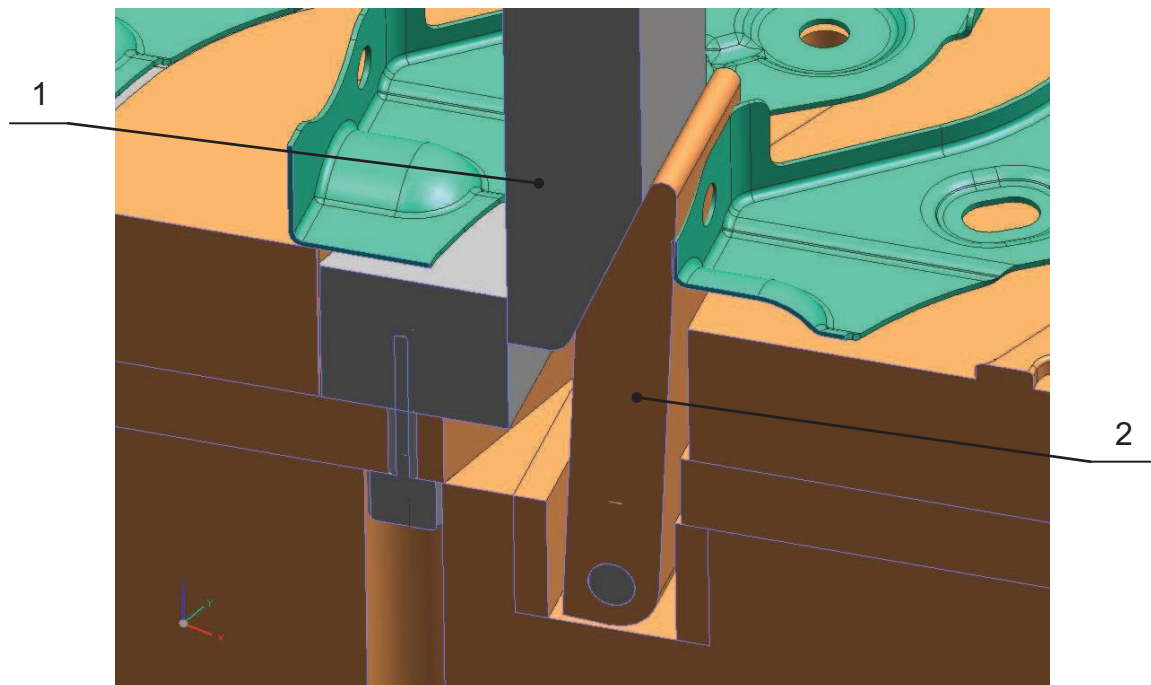
Obr. č. 10: Ohýbání s využitím vyhazovače

Vyhazovač je pohyblivě uložen mezi třemi ohybovými vložkami (4a, 4b, 4c), které vystupují nad střížnici (5) o velikost příslušné ohýbané části výlisku. Výchozí poloha vyhazovače je na úrovni horního okraje ohybových vložek. Při dolní úvratí nástroje, a tedy v moment dokončení ohybu, je vyhazovač plně zasunut do střížné desky. Pohyb vyhazovače zajišťují tři pružiny, nacházející se v prostoru základové desky, které zároveň vytváří potřebný odpor pro ohybník. Odpor kladený vyhazovačem přes pásek plechu na ohybník zajišťuje požadovanou deformaci materiálu v patřičném místě a docílení výsledného ohybu.

Kalibrace

Jak již bylo zmíněno ve shrnutí stříhacích operací, ohýbané funkční plochy musí být kalibrovány. Kalibrace je proces obdobný ohýbání, avšak úhel ohybu materiálu je pouze v řádech několika stupňů. Při kalibraci musí být materiál ohýbán s ohledem na odpružení materiálu, tomu je přizpůsoben úhel ohybu. V podstatě tedy máme kalibrovací prvky konstruovány na odlišný úhel než takový, který bude ve skutečnosti na výlisku. U popisovaného stříhadla se provádí dvě kalibrovací operace. Obě jsou zajištěny pomocí tzv. kalibrovacích klínů. Jeden klín je umístěn ve střížné desce spodní části nástroje a druhý klín se nachází v horní části nástroje. Jeden z klínů (1) je vždy uložen nehybně a zajištěn šrouby, ale druhý klín (2) je otočně uložen na čepu. Oba klíny mají šikmou plochu, na které přichází do kontaktu. Jeden klín se

z vnější strany opírá o uvolnění v příslušné desce a druhý klín svou vnější stranou ohýbá materiál.

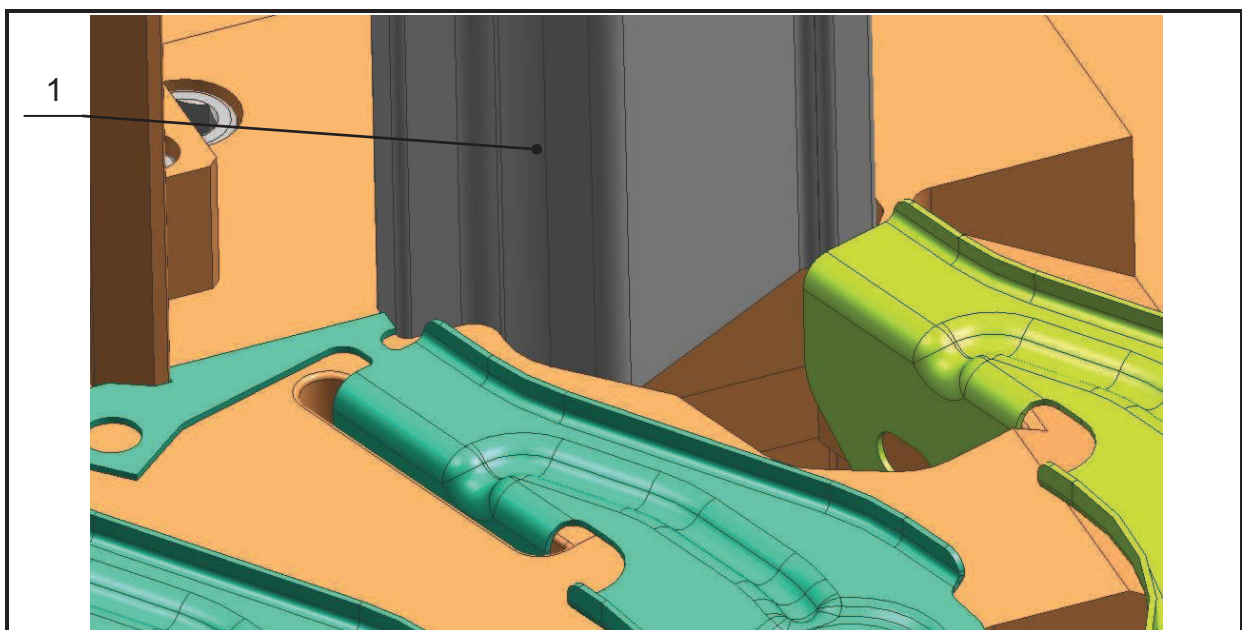


Obr. č. 11: Řez kalibračními klíny

Uspořádání klínů odpovídá směru ohýbaného materiálu. Jestliže kalibrujeme ohyb směrem do střížné desky, tak pevný klín je uložen ve střížnici a otočný klín je umístěn v horní části nástroje a naopak.

Odstrížení výlisku

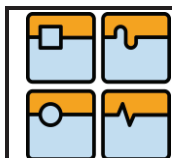
Poslední blok spodního dílu nástroje vykonává 2 operace, mezi kterými se nachází volný krok. První z operací je nyní popsané kalibrování. Za ním následuje již zmíněný volný krok, kde jsou pouze zajištěny potřebná uvolnění ve střížnici, aby nedošlo ke kolizi s materiálem. Druhou operací tohoto bloku a závěrečnou operací celého nástroje je odstrížení výlisku od zpracovávaného pásu plechu. Odstrížení výlisku je v tomto případě realizováno pomocí dvou střížníků (1), které jsou umístěny po obou stranách pásu. Každý ze střížníků přeruší můstek a odstřihne část pásu, která slouží k jeho vedení.



Obr. č. 12: Odstrížení výlisku

Dopravení hotového výlisku z nástroje

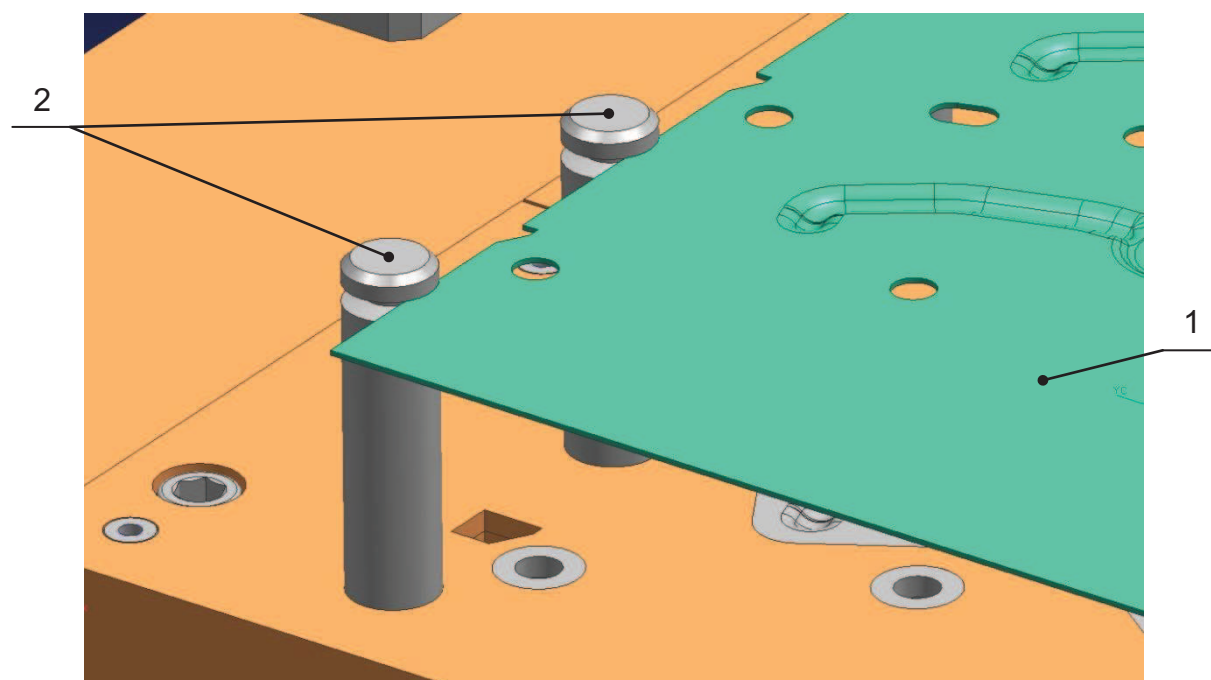
Dalším důležitým úkonem této operace je přesunutí již samostatného výlisku z nástroje na dopravníkový pás, respektive do palety. V tomto případě přicházelo v úvahu více konstrukčních řešení. Jedním z nich je konstrukce tzv. na propad, kde výlisek po odstržení propadá otvorem skrze střížnici, podložku a základovou desku přímo na dopravníkový pás. Nevýhodou tohoto řešení jsou velké ztráty materiálu, oslabení desek a časová náročnost na vytvoření těchto rozměrných vybrání. Další možná varianta byla tzv. skluz, kdy dojde k vytvoření šikmé plochy jak na střížnici, tak na základové desce, po kterých výlisek sklouzne na dopravník, případně přímo do palety. Komplikací v tomto případě je tvarově velmi složitý a členitý výlisek, kdy hrozí zachycení některými částmi výlisku o uvolnění ve střížné desce. Zachycení či zaseknutí výlisku může způsobit nechtěné poškození nástroje. Zachycení výlisku může být eliminováno různými metodami (např. použití vyhazovače či proudu vzduchu), které zaručí sklouznutí výlisku a tím bezpečný chod nástroje. U popisovaného nástroje byla volena varianta skluzu (1), která se v tomto případě jevila jako nejrationálnější řešení. Jako faktor zajišťující bezproblémový skluz výlisku byl zvolen vyhazovač.



Obr. č. 13: Skluz výlisku

Vedení pásku plechu

Pásek plechu (1) je jištěn a přidržován tzv. vedením. Pásek plechu musí být veden v určité výšce nad spodním dílem, proto je v tomto případě použito pohyblivých válečků (2), kterých je 8 na každé straně spodního dílu. Pásek plechu je uložen ve vysoustružené drážce vodícího válečku a tím je zajištěna jeho poloha.

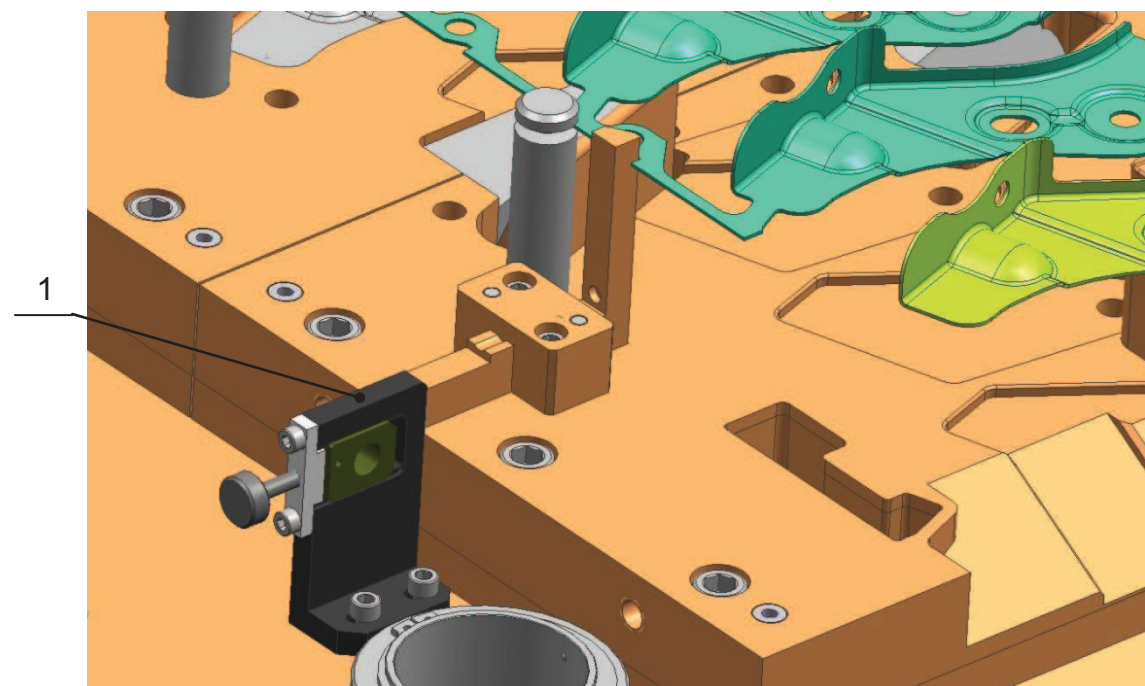


Obr. č. 14: Vedení pásku

Válečky se pohybují ve vertikálním směru a jejich pohyb je zajištěn pomocí pneumatických pružin. Válečky jsou opatřeny osazením, které určuje doraz neboli nejvyšší polohu vysunutí. Pásek u popisovaného nástroje je veden ve výšce 80 milimetrů, to je hodnota, do které se válečky vedení vysunou. Tato výška je nezbytná pro posunutí pásku o další krok tak, aby nedošlo ke kolizi již ohnutých částí pásku s vystupujícími elementy spodního dílu nástroje. Po posunutí pásku o krok v dané výšce je pro vykonání další operace pásek i s jeho vedením přitlačen horním dílem nástroje ke střižnici, neboli ke spodnímu dílu nástroje a nastává tak dolní úvrať.

Jištění pásku plechu

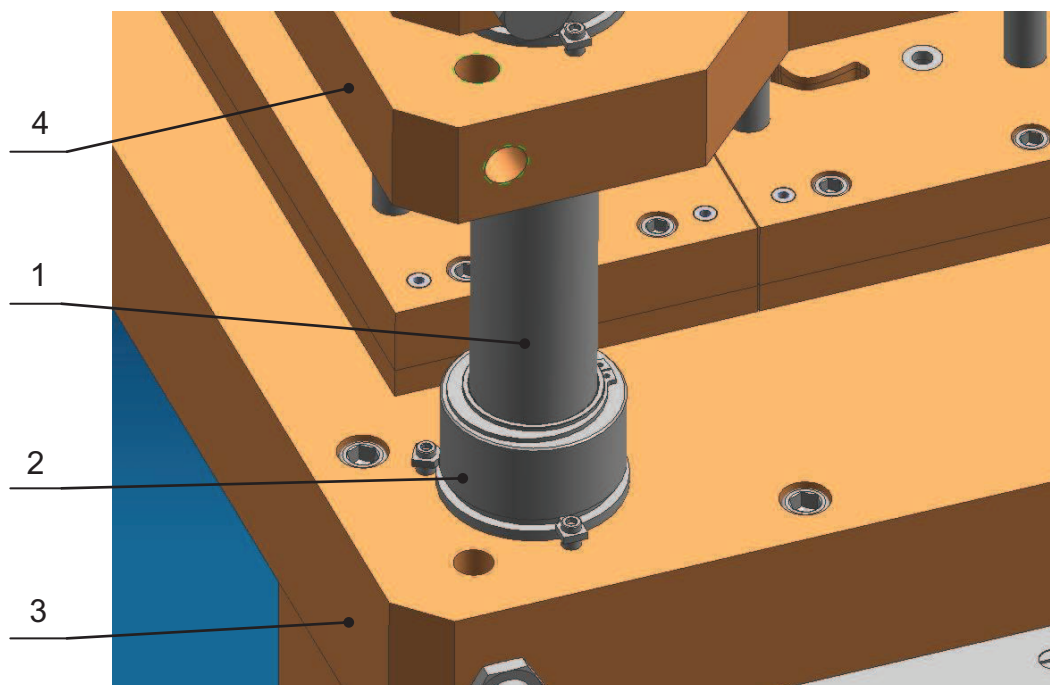
Již během prvních stříhacích operací dochází k perforaci na okrajích pásku plechu. Tyto zuby později slouží k jištění plechu. Před poslední prováděnou operací, tedy odstřižením výlisku z plechu, je umístěno čidlo (1). Toto čidlo snímá správnou polohu pásku a to polohu délkovou, neboli zasunutí pásku do nástroje, nikoli polohu výškovou. K tomuto snímání slouží již zmíněné zuby, do kterých zapadá speciálně tvarovaná západka, jenž dává signál čidlu o správné poloze pásku. Není-li pásek ve správné poloze, nedojde k zapadnutí západky do zubu a čidlo nepovolí lisu spustit horní díl nástroje. Tímto způsobem se předejde poškození nástroje vlivem nesprávné polohy pásku.



Obr. č. 15: Jištění pásku plechu

Spojení spodního dílu s dílem horním

Celý spodní díl je pohyblivě spojen s dílem horním. Toto spojení je zajištěno suvně, pomocí 4 vodících sloupků (1), které se pohybují ve 4 vodících pouzdrech (2). Všechna vodící pouzdra jsou uložena a připevněna 3 šrouby k základové desce spodního dílu nástroje (3). Vodící sloupky jsou nalisovány v kotevní desce horního dílu nástroje (4). U tohoto spojení je kladen vysoký nárok na přesnost, jak na průměry sloupků a pouzder, tak na jednotlivé vzdálenosti pouzder a sloupků. Tyto přesnosti se dále podepisují na montáži nástroje, jeho životnosti a také na přesnosti jednotlivých prováděných operací.

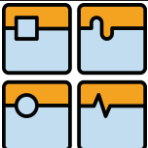


Obr. č. 16: Pohled na spojení

2.4 Horní díl nástroje

Jelikož byly všechny operace podrobně vysvětleny v kapitole spodní díl nástroje, tato kapitola bude popsána stručnějším formou.

Základními prvky horního dílu nástroje jsou 2 desky o rozdílných výškách, ale o stejných vnějších rozměrech jaké má základová deska spodního dílu. První z nich je upínací deska, pomocí které je horní díl nástroje přichycen k horní části lisu. Druhým důležitým komponentem je vodící deska. Tyto dva stěžejní prvky horního dílu a součásti s nimi související budou nyní patřičně popsány.

| | | |
|--|--|---------|
|  | Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky | Str. 33 |
| | BAKALÁŘSKÁ PRÁCE | |

Upínací deska

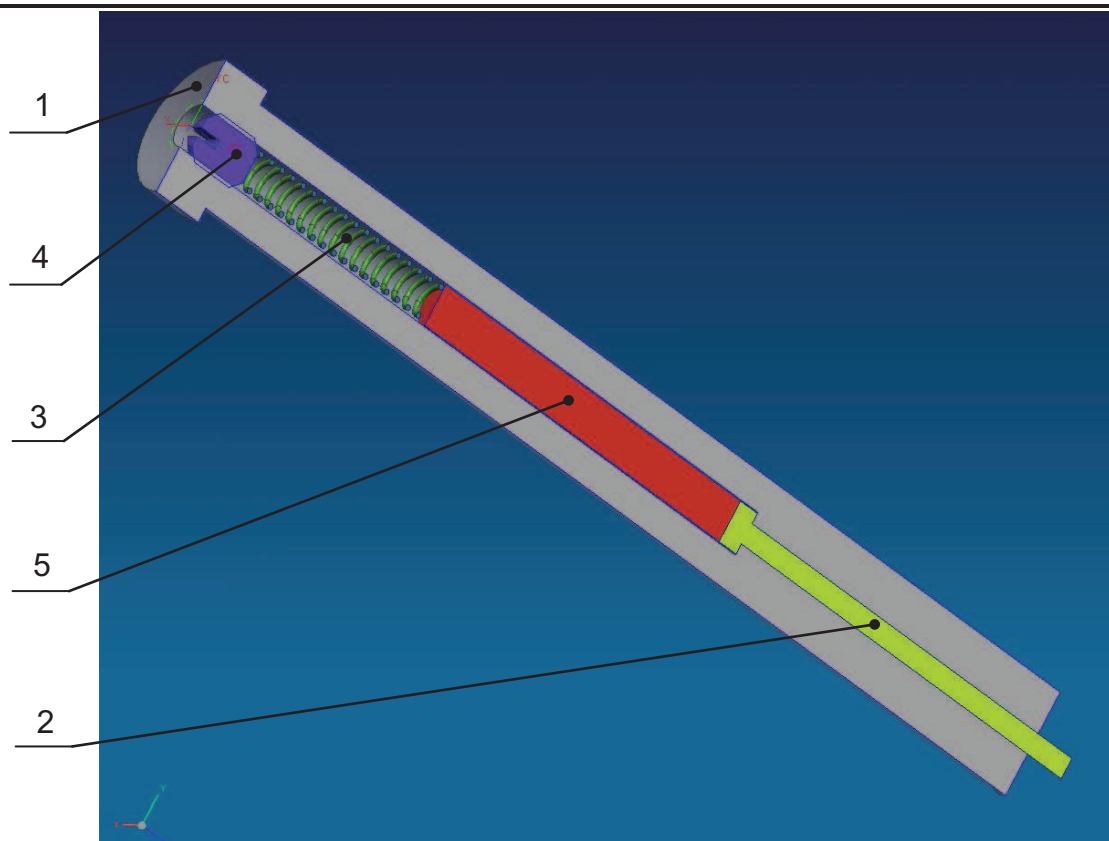
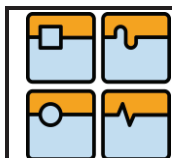
K upínací desce jsou pevně přichyceny bloky horního dílu nástroje. Počet a rozměry bloků horního dílu jsou totožné s parametry bloků nacházejících se ve spodním díle. Každý blok horního dílu nástroje je složen z kotevní desky, podložky a tzv. mezidesky. Kotevní deska slouží, jak již plyne z jejího názvu, k ukotvení všech elementů přicházejících do styku se spodním dílem nástroje. Jsou zde připevněny všechny střížníky, ohybníky a kalibrační klíny. Připevnění těchto částí je realizováno pomocí jednoho či více šroubů různých velikostí, odpovídající rozměrům příslušným elementům a požadavkům na ně kladených. Nad kotevní deskou se nachází podložka, a nad podložkou mezideska, která lícuje s upínací deskou. Podložka a mezideska zde plní pouze distanční roli.

Uložení a připevnění jednotlivých bloků je realizováno obdobným způsobem jako ve spodním díle. Tedy vždy pomocí kolíkových spojení pro zajištění přesné polohy a pro zajištění polohy pevné přišroubováním několika šrouby.

Upínací deska, ale také všechny desky jednotlivých bloků musí být, tak jako ve spodním díle broušeny na přesný rozměr, aby bylo dosaženo požadovaných a přesných umístění.

Střížníky

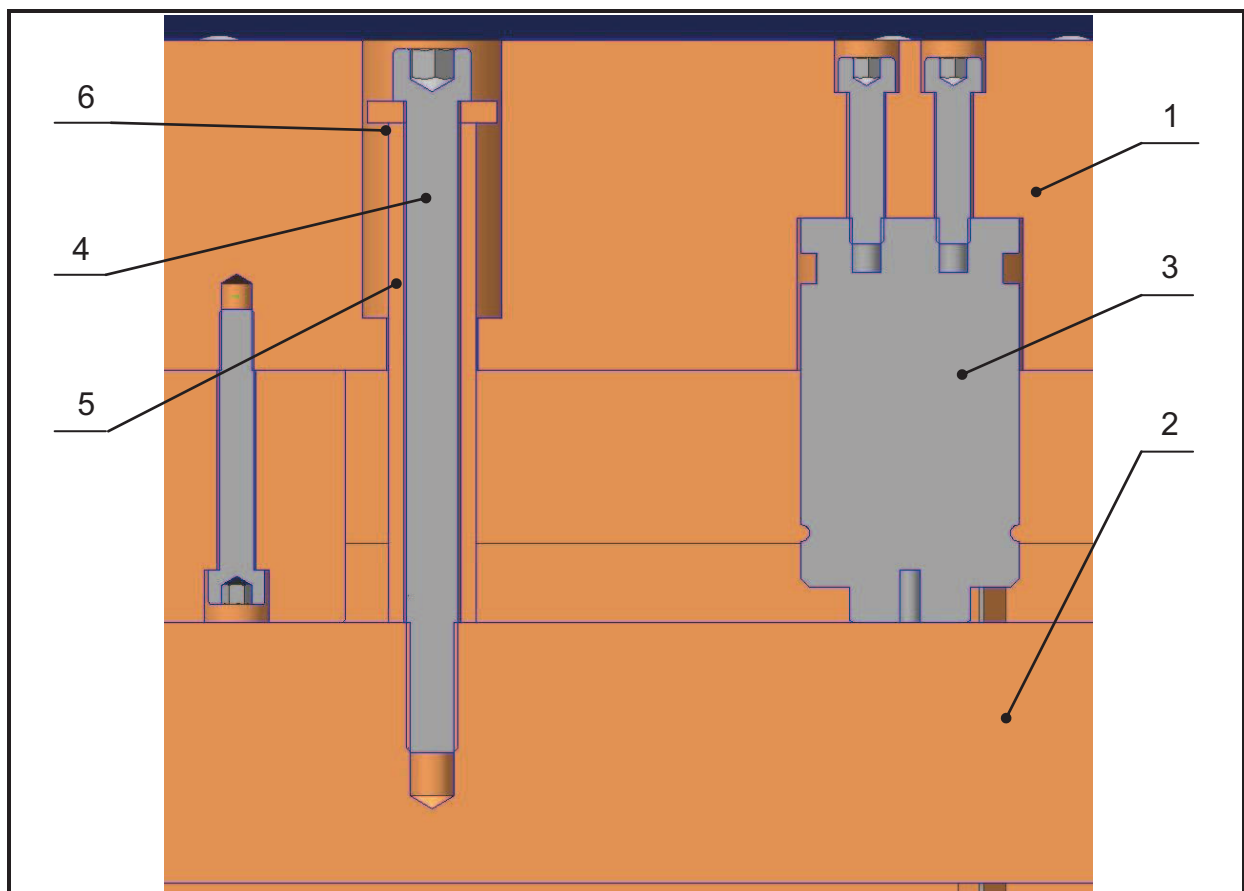
Střížníky zajišťují spolu se střížnou deskou oddělování materiálu, jak již bylo zmíněno v kapitole spodní díl. Každý střížník (1) je opatřen tzv. odlepovačem (2), který zajišťuje odpadnutí odstříženého materiálu, aby nezůstal - ať už z jakéhokoliv důvodu - připevněn ke střížníku. Odlepovačem se rozumí tenká tyčinka, vyčnívající 5 milimetrů ze střížníku. Odlepovač je opatřen osazením, které slouží jako doraz. Nad odlepovačem se ve střížníku nachází pružina (3) zajišťující vrácení odlepovače do výchozí polohy a zabraňující přilepení stříhaného materiálu. Pružina je jištěna, buď „červíkem“ (4) nebo přímo šroubem, sloužícím zároveň jako ukotvení střížníku. U delších střížníků se využívá tyčinka (5), která slouží jako distanční člen a je umístěna mezi pružinou a odlepovačem.



Obr. č. 17: Řez střížníkem

Vodící deska

V upínací desce jsou nalisovány již zmíněné vodící sloupky, zajišťující pohyblivé spojení se spodním dílem. Vodící sloupky prochází skrze vodící desku, na kterých je pohyblivě uložena pomocí vodících pouzder. Upínací deska (1) a vodící deska (2) jsou od sebe odtlačovány pomocí plynových pružin (3). Krajní poloha vodící desky je zajištěna pomocí šroubů (4) a distančních trubek (5), mezi kterými je umístěna podložka (6).



Obr. č. 18: Řez horní částí stříhadla

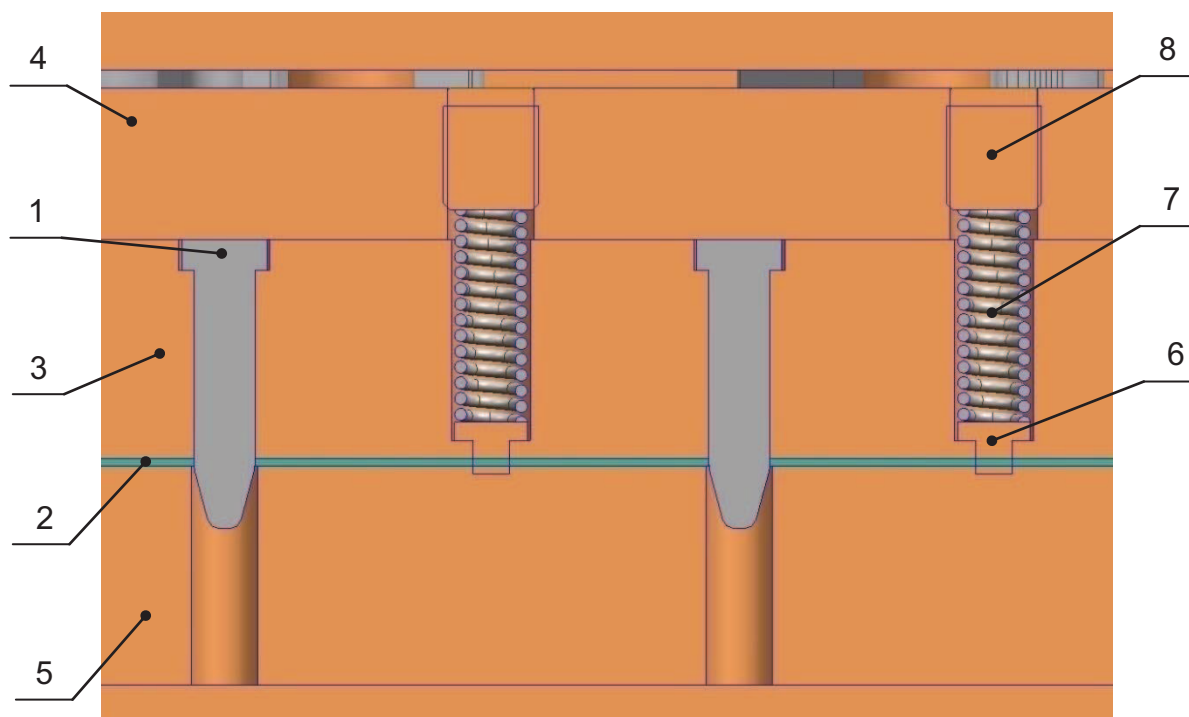
Na vodící desce jsou zespodu připevněny tzv. přitlačné desky. Jejich funkce je patrná z jejich názvu. Počet a tvary přitlačných desek odpovídá blokům spodního dílu. Vodící deskou spolu se všemi přitlačnými deskami prochází s patřičnou vůlí všechny střížníky, ohybníky, kalibrační klíny a další potřebné komponenty připevněné na upínací desku. Přitlačné desky zajišťují spolu s vodící deskou pouze přitlačení pásu plechu ke střížnici. Teprve po přitlačení pásu plechu dojde k překonání odporu plynových pružin mezi upínací a vodící deskou. A poté upínací deska, společně se všemi komponenty k ní připevněnými, sjíždí dolů a dochází k vykonání všech operací.

Připevnění přitlačných desek k vodící desce je realizováno totožným způsobem jako bloků k upínací desce horního dílu. Jedná se tedy o zajištění pomocí kolíkových a šroubových spojení zároveň.

Veliký důraz musí být kladen na přesný výškový rozměr přitlačných desek. Jelikož tyto desky přichází do kontaktu s páskem plechu, je nutné, aby bylo dosaženo jedné roviny. K dosažení minimálních výškových rozdílů mezi deskami napomáhá současné broušení všech desek najednou.

Hledáky

Hledáky (1) jsou jedním z nezbytných prvků horního dílu nástroje. Jejich funkcí je zajistit přesnou polohu pásu (2) během prováděných operací, kdy nesmí dojít k jeho sebemenšímu posunutí. Hledáky jsou umístěny v přítlačné desce (3) a opírají se o přítlačnou desku (4). Rozmístění hledáků v nástroji je třířadé, 2 řady po krajích pásu a jedna uprostřed, tak aby byla zaručena dostatečná aretace pásu. Hledáky jsou jednoduché valcovité součásti, vyráběné soustružením a opatřené osazením, pro zajištění stále polohy. Hledáky mají podlouhlé sražení pro bezpečný nájezd do pásu a postupné vycentrování jeho polohy. Hrot hledáku zasahuje do střížnice (5) spodního dílu, proto zde musí být vytvořeno uvolnění.



Obr. č. 19: Řez nástrojem, pohled na hledák

Horní díl je opatřen podobně jako střížníky odlepovači (6), kde jejich funkce a uložení je totožné. Tedy nad odlepovačem se nachází pružina (7), která je zajištěna „červíkem“ (8). Avšak zde jsou odlepovače uloženy v přítlačné desce (3) a slouží jako prevence, před zachycením pásu plechu o horní díl nástroje, při přechodu do horní úvratě. Zachycením pásu o přítlačnou desku by došlo nejen k jeho deformaci a roztržení, ale také by mohl být poškozen nástroj.

ZÁVĚR

Stěžejním bodem této bakalářské práce byl popis konstrukce postupového stříhadla, jenž byl rozebrán v praktické části. Postupové stříhadlo je nástroj, který slouží pro velkosériovou výrobu výlisku. Tato součást se uplatňuje jako uložení spojkového pedálu, využívaného v automobilovém průmyslu.

Konstrukce nástroje probíhala v 3D softwaru, který zaručuje rychlou práci a vysokou flexibilitu při zavádění případných změn. Při konstrukci stříhadla, jenž využívá metodu přesného stříhu, byly nejprve stanoveny základní parametry. Stroj, na kterém má nástroj pracovat, je hydraulický lis s názvem HEILBRONN 320, jehož tonáž je 320 tun. Na vývojovém oddělení byl stanoven tvar výlisku, z něj se určily rozměry plechu vstupujícího do stříhadla a byl vytvořen nástřihový plán. Nástřihový plán posléze posloužil jako základ pro konstrukci jednotlivých částí stříhadla. Nejprve byl pomocí nástřihového plánu zkonstruován celý spodní díl včetně všech prováděných operací. A následně byla realizována konstrukce horního dílu využitím již zmíněného nástřihového plánu a spodního dílu.

V dnešní době je vývoj ve strojírenství velice progresivní, technika se posouvá rychlým tempem vpřed. Především vývoj materiálů ovlivňuje své okolí. Cílenou úsporou materiálu vše získává menší rozměr, a to ne na úkor snížení kvality či životnosti, ba naopak. Dalším neopomenutelným faktorem je čas. Jakýkoliv čas navíc způsobuje další náklady, a proto je cílem dosáhnout maximální časových úspor. V tomto ohledu jsou postupová stříhadla velmi výhodnou technologií výroby součástí z plechu, jelikož i poměrně složité díly lze vyrobít s vysokou úsporou času, kdy vznikne hotová součást, dá se říci během několika vteřin, využitím pouze jedné technologie. Proto jakýkoliv další technologický proces zpracování součástí způsobuje značné ztráty. Je tedy snahou konstruovat nástroje tak, aby bylo dosaženo výsledného tvaru součásti, pokud je to možné, přímo postupovým stříhadlem.


Všechny tyto poznatky byly cíleně aplikovány při konstrukci postupového stříhadla, tak aby bylo dosaženo maximální úspory materiálu a času při současné minimalizaci nákladů.

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|--|----|
| Obr. č. 1: Sestava pedálového ústrojí spojky | 17 |
| Obr. č. 2: Nástrihový plán v 3D | 20 |
| Obr. č. 3: Pohled na spodní díl stříhadla | 21 |
| Obr. č. 4: Pohled na spodní díl nástroje | 22 |
| Obr. č. 5: Řez nástrojem, děrovací operace..... | 23 |
| Obr. č. 6: Řez propadovými otvory | 24 |
| Obr. č. 7: Řez nástrojem, tvorba prolisu | 25 |
| Obr. č. 8: Vložka pro tvorbu prolisu | 25 |
| Obr. č. 9: Řez nástrojem, ohýbání..... | 26 |
| Obr. č. 10: Ohýbání s využitím vyhazovače | 27 |
| Obr. č. 11: Řez kalibračními klíny..... | 28 |
| Obr. č. 12: Odstřížení výlisku | 29 |
| Obr. č. 13: Skluz výlisku | 30 |
| Obr. č. 14: Vedení pásu | 30 |
| Obr. č. 15: Jištění pásu plechu | 31 |
| Obr. č. 16: Pohled na spojení..... | 32 |
| Obr. č. 17: Řez střížníkem..... | 34 |
| Obr. č. 18: Řez horní částí stříhadla..... | 35 |
| Obr. č. 19: Řez nástrojem, pohled na hledák | 36 |

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] DVOŘÁK, M. a kolektiv. *Technologie II*. Nakladatelství CERM, s.r.o. Brno, ISBN 80-214-2032-4, Brno, 2001.
- [2] Kolektiv autorů. *Úvod do strojírenství* [online], ISBN 80-7083-538-9, Liberec, 2001. < http://www.ksd.tul.cz/studenti/texty/uvod_do_strojirenstvi/kap4.pdf >
- [3] NOVOTNÝ, J.; LANGER, Z. *Stříhání a další způsoby dělení kovových materiálů*, Praha, SNTL, 1980.
- [4] GUIDI, A. *Přistřihování a přesné stříhání*. Praha, SNTL, 1969.
- [5] NOVOTNÝ, J. *Stříhání kovových materiálů*, Brno, ČSVTS, 1972.

| | | |
|---|--|---------|
|  | Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky | Str. 40 |
| | BAKALÁŘSKÁ PRÁCE | |

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Specifikace lisovacího nástroje

Příloha 2: Seznam technologických operací

Příloha 3: Operační návodka

Příloha 4: Kontrolní plán

Příloha 5: Výkres sestavy postupového stříhadla – řezy

Příloha 6: Výkres sestavy postupového stříhadla – horní díl

Příloha 7: Výkres sestavy postupového stříhadla – spodní díl

Příloha 8: Výkres sestavy postupového stříhadla – rozpiska

